

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-153240

(43)Date of publication of application : 27.05.2004

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

G23C 16/511

G23F 4/00

H01L 21/304

H01L 21/31

H05H 1/46

(21)Application number : 2003-290428

(71)Applicant : ADVANCED LCD TECHNOLOGIES
DEVELOPMENT CENTER CO LTD

(22)Date of filing : 08.08.2003

(72)Inventor : GOTO SHINJI
NAKADA YUKIHIKO
AZUMA KAZUFUMI
OKAMOTO TETSUYA

(30)Priority

Priority number : 2002295590

Priority date : 09.10.2002

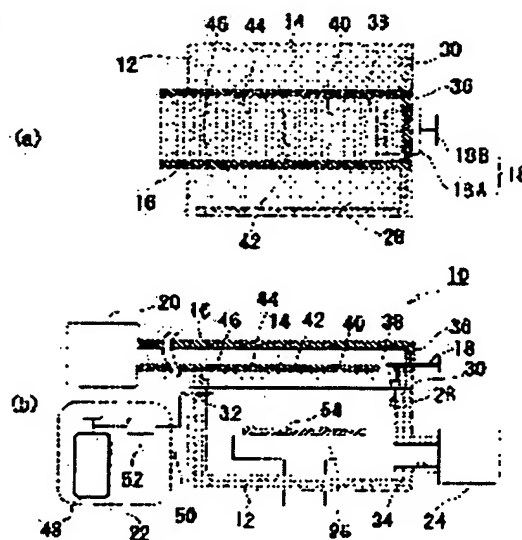
Priority country : JP

(54) PLASMA PROCESSING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma processing apparatus which ensures uniform plasma density in a plasma generation container without the need for a special container of a specific shape.

SOLUTION: The plasma processing apparatus includes: a chamber (12) which has at least one opening and generates plasma; a dielectric member (14) provided so as to tightly cover the opening; at least one waveguide (16) having one end opposed to the dielectric member on the outside of the chamber; an electromagnetic wave source (20) provided on the other end of the waveguide; a plurality of holes (38, 40, 42, 44, 46) provided on a waveguide surface opposed to the dielectric member; and a hole area adjusting means (18) provided in at least one of the holes so as to adjust an opening area of the hole.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-153240

(P2004-153240A)

(43) 公開日 平成16年5月27日(2004.5.27)

(51) Int. Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

H01L 21/3085

H01L 21/302 I O 1 D

4 K O 3 O

C23C 16/511

C23C 16/511

4 K O 5 7

C23F 4/00

C23F 4/00

A

5 F O O 4

H01L 21/304

H01L 21/304 6 4 5 C

5 F O 4 5

H01L 21/31

H01L 21/31

C

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-290428 (P2003-290428)
 (22) 出願日 平成15年8月8日(2003.8.8)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-295590 (P2002-295590)
 (32) 優先日 平成14年10月9日(2002.10.9)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 501286657
 株式会社 液晶先端技術開発センター
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地
 (74) 代理人 100070024
 弁理士 松永 宣行
 (74) 代理人 100125081
 弁理士 小合 宗一
 (74) 代理人 100125092
 弁理士 佐藤 玲太郎
 (72) 発明者 後藤 真志
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地
 株式会社液晶先端技術開発センター内
 (72) 発明者 中田 行彦
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地
 株式会社液晶先端技術開発センター内
 最終頁に続く

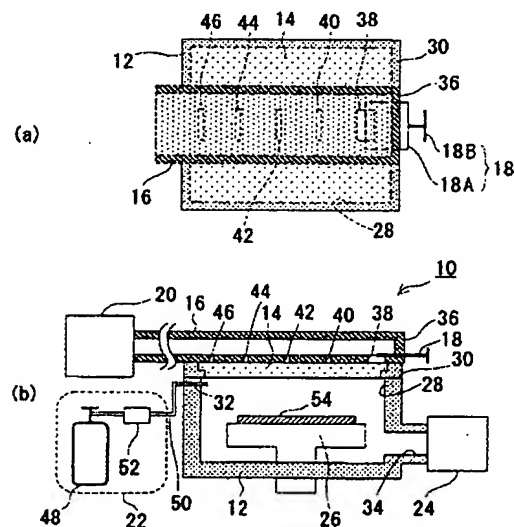
(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 特定の形状を有する専用の容器を必要とすることなく、プラズマ生成容器内のプラズマ密度を均一化できるようにしたプラズマ処理装置を提供すること。

【解決手段】 プラズマ装置は、少なくとも1つの開口を有しプラズマが生成される容器(12)と、開口を気密に覆うように設けられた誘電性部材(14)と、容器の外部に一端側が誘電性部材に対向するように設けられた少なくとも1つの導波管(16)と、この導波管の他端側に設けられた電磁波源(20)と、導波管の誘電性部材との対向面に設けられた複数の穴(38、40、42、44、46、)と、穴の少なくとも1つの前記穴に該穴の開口面積を調整するように設けられた穴面積調整手段(18)とを含む。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも 1 つの開口を有しプラズマが生成される容器と、
前記開口を気密に覆うように設けられた誘電性部材と、
前記容器の外部に一端側が前記誘電性部材に対向するように設けられた少なくとも 1 つの導波管と、
この導波管の他端側に設けられた電磁波源と、
前記導波管の前記誘電性部材との対向面に設けられた複数の穴と、
前記穴の少なくとも 1 つの前記穴に該穴の開口面積を調整するように設けられた穴面積調整手段と
を含む、プラズマ処理装置。

10

【請求項 2】

前記穴面積調整手段を有する前記穴は、他の穴の穴面積より大きい穴面積である、請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】

前記穴面積の最も大きい穴は、前記導波管の終端側に位置する、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記導波管は、複数の導波管からなる、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

20

【請求項 5】

前記穴のうち少なくとも 1 つは、前記誘電性部材の周縁の近傍に位置する、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】

前記導波管は長方形の横断面形状を有し、前記穴は長方形の四辺を有し、また、前記誘電性部材は長方形の四辺を有し、前記穴の長辺はこれに近接する前記誘電性部材の一辺と平行である、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 7】

前記容器の側壁面側の前記穴の穴面積を最も大きい穴面積にし、この穴に前記穴面積調整手段を設けてなる、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

30

【請求項 8】

前記穴面積調整手段は、金属からなる板状部を往復動させて前記穴の開口面積を調整するように設けてなる、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 9】

少なくとも 1 つの開口を有しプラズマが生成される容器と、
前記開口を気密に覆うように設けられた、長方形の四辺を有する誘電性部材と、
長方形の横断面形状を有する導波管であって前記容器の外部に、前記誘電性部材に対向して設けられた少なくとも 1 つの導波管と、
前記導波管の前記誘電性部材に対向する面に設けられた長方形の四辺を有する複数の穴とを含む、

40

前記穴のうち前記容器の側壁面側の穴の面積を他の穴の面積より大きくする、プラズマ処理装置。

【請求項 10】

少なくとも 1 つの開口を有しプラズマが生成される容器と、
前記開口を気密に覆うように設けられた、長方形の四辺を有する誘電性部材と、
長方形の横断面形状を有する導波管であって前記容器の外部に、前記誘電性部材に対向して設けられた少なくとも 1 つの導波管と、
長方形の四辺を有する穴であって前記導波管に形成された、前記誘電性部材に対向して設けられた少なくとも 1 つの穴とを含む、

前記穴の一辺と前記誘電性部材の一辺とは平行である、プラズマ処理装置。

50

【請求項 11】

前記誘電性部材の互いにより合う二辺の一方の近傍に位置する少なくとも1つの穴と、前記二辺の他方の近傍に位置する少なくとも1つの穴とを含み、前記二辺の一方の近傍に位置する穴の長辺は前記一方と平行であり、前記二辺の他方の近傍に位置する穴の長辺は前記他方と平行である、請求項10に記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、プラズマ処理装置に関し、特に、半導体装置、液晶表示装置等の製造過程において施される、膜堆積、表面改質、エッチング等のためのプラズマ処理を施すための装置に関する。 10

【背景技術】**【0002】**

プラズマ処理装置として、電磁波発振器で生じさせた電磁波、特にマイクロ波を導波管により伝播し誘電体窓を通してプラズマ生成容器に導き容器内に供給された処理ガスの分子を励起してプラズマを発生させ、被処理体をプラズマ処理するようにしたものがある。プラズマ生成容器壁部に対接する導波管の管壁には、マイクロ波をプラズマ生成容器内に導くための複数の穴が等間隔に形成されている。

【0003】

プラズマ生成容器内では、マイクロ波が導入されたのち、プラズマが生成される。各穴からの電磁波エネルギーの放出量を等しくして、プラズマ生成容器内に一様な分布のプラズマを生じさせるべく、例えば、予め導波管の終端側の穴を他の穴より穴面積が大きいように形成し、これにより、導波管の終端側での電磁波の反射によって各穴からの電磁波エネルギーの放出量が不均等になることを抑制するようにしたものがある（例えば、特許文献1を参照。）。 20

【特許文献1】特開平8-111297号公報（第3～6頁、図2）

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかし、実際には、各穴からの電磁波エネルギーの放出が等量であっても、プラズマ生成容器内のプラズマの分布は一様ではないという問題があった。これは、プラズマ生成容器の中心付近でのプラズマ密度とその内壁近傍でのプラズマ密度とが等しくないこと、また、プラズマ生成容器に導入される気体元素の種類によって各穴からの電磁波エネルギーの放出量の変動の程度が異なることに起因する。 30

【0005】

プラズマ生成容器の内壁近傍では、その中心付近と比べて、プラズマの発生量に対してプラズマの消滅量が大きく、プラズマ密度が小さい。このため、プラズマ生成容器内のプラズマ密度にばらつきを生じる。また、このばらつきの程度は、導入気体元素の種類に依存する各穴からの電磁波エネルギーの放出量の変動によっても異なる。 40

【0006】

この問題の解決には、プラズマ生成容器内のプラズマ密度のばらつきを解消し得る特定形状の容器や導入気体の元素の種類に合わせた複数の専用容器を準備する必要がある。 40

【0007】

本発明の目的は、特定の形状を有する専用の容器を必要とすることなく、プラズマが生成される容器内のプラズマ密度を均一化できるようにしたプラズマ処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

本発明に係るプラズマ装置は、少なくとも1つの開口を有しプラズマが生成される容器と、前記開口を気密に覆うように設けられた誘電性部材と、前記容器の外部に一端側が前 50

記誘電性部材に対向するように設けられた少なくとも1つの導波管と、この導波管の他端側に設けられた電磁波源と、前記導波管の前記誘電性部材との対向面に設けられた複数の穴と、前記穴の少なくとも1つの前記穴に該穴の開口面積を調整するように設けられた穴面積調整手段とを含む。

【0009】

好ましくは、前記穴面積調整手段を有する前記穴は、他の穴の穴面積より大きい穴面積である。

【0010】

前記穴面積の最も大きい穴は、前記導波管の終端側に位置するようにしてもよい。

【0011】

好ましくは、前記導波管は、複数の導波管からなる。

【0012】

前記穴のうち少なくとも1つは、前記誘電性部材の周縁の近傍に位置するようにすることができる。

【0013】

前記導波管は長方形の横断面形状を有し、前記穴は長方形の四辺を有し、また、前記誘電性部材は長方形の四辺を有し、前記穴の長辺はこれに近接する前記誘電性部材の一辺と平行であるものとすることができる。

【0014】

好ましくは、前記容器の側壁面側の前記穴の穴面積を最も大きい穴面積にし、この穴に前記穴面積調整手段を設けてなる。

【0015】

好ましくは、前記穴面積調整手段は、金属からなる板状部を往復動させて前記穴の開口面積を調整するように設けてなる。

【0016】

本発明に係る他のプラズマ装置は、少なくとも1つの開口を有しプラズマが生成される容器と、前記開口を気密に覆うように設けられた、長方形の四辺を有する誘電性部材と、長方形の横断面形状を有する導波管であって前記容器の外部に、前記誘電性部材に対向して設けられた少なくとも1つの導波管と、前記導波管の前記誘電性部材に対向する面に設けられた長方形の四辺を有する複数の穴とを含み、前記穴のうち前記容器の側壁面側の穴の面積を他の穴の面積より大きくする。

【0017】

本発明に係るさらに他のプラズマ装置は、少なくとも1つの開口を有しプラズマが生成される容器と、前記開口を気密に覆うように設けられた、長方形の四辺を有する誘電性部材と、長方形の横断面形状を有する導波管であって前記容器の外部に、前記誘電性部材に対向して設けられた少なくとも1つの導波管と、長方形の四辺を有する穴であって前記導波管に形成された、前記誘電性部材に対向して設けられた少なくとも1つの穴とを含み、前記穴の一辺と前記誘電性部材の一辺とは平行である。

【0018】

好ましくは、前記誘電性部材の互いになり合う二辺の一方の近傍に位置する少なくとも1つの穴と、前記二辺の他方の近傍に位置する少なくとも1つの穴とを含み、前記二辺の一方の近傍に位置する穴の長辺は前記一方と平行であり、前記二辺の他方の近傍に位置する穴の長辺は前記他方と平行である。

【発明の効果】

【0019】

プラズマが生成される容器内のプラズマ密度を均一化できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

図1(a)及び図1(b)を参照するに、本発明に係るプラズマ処理装置が全体に符号10で示されている。プラズマ処理装置10は、プラズマの生成容器12と、誘電性部材

14と、導波管16と、穴面積調整手段18とを含む。プラズマ処理装置10は、さらに、電磁波源例えばマイクロ波発振器20と、ガス導入装置22と、ガス排出装置24と、試料支持装置26とを含むものとすることができる。

【0021】

プラズマ処理装置10は、例えば、プラズマ生成用ガスとして気体酸素を用いた、酸素プラズマによるアッシングを行うための装置として用いられる。生成容器12に生成された酸素プラズマにより、例えば、液晶パネル用の基板上のホトレジストの分解や剥離すなわちアッシングを施すことができる。また、プラズマ処理装置10は、モノシランガス、アンモニアガス、メタンガス等を用いたプラズマCVD、塩素ガス、フロンガス等を用いたエッチング等のための装置として用いられる。

10

【0022】

プラズマが生成される容器である生成容器12は、好ましくは、その内部を真空中に維持することが可能なものからなる。生成容器12は、この容器12の壁面例えば上蓋部を電磁波窓としての少なくとも一つの開口28を有する。開口28を規定する窓枠30が生成容器12に一体的に、例えば溶接によって取り付けられている。また、生成容器12は、ガス導入用の開口32と、ガス排出用の開口34とを有する。

【0023】

誘電性部材14は、生成容器12の例えば上蓋部に相当する位置に設けられた開口28を気密に覆い、生成容器12を真空中に保つための気密な密閉性を保つ耐圧を有するように窓枠30に取り付けられている。誘電性部材14として、電磁波が透過可能である石英、セラミック等を用いることができる。

20

【0024】

導波管16として、電磁波、特にマイクロ波を伝送する金属製の管を用いることができる。導波管16の一端側には、マイクロ波発振器20が結合され、導波管16は、マイクロ波発振器20から出力された電磁波を伝送する。図示の例では、導波管16はアルミニウムからなる。また、導波管16は、例えば長方形の横断面形状を有する。導波管16は、生成容器12の外部にあって、導波管16の他端側は誘電性部材14に対向して接し、これと相対している。図示の例では、導波管16の端部36がほぼ窓枠30の上方に位置する。導波管16は、生成容器12の上蓋部より狭い幅間隔と、上蓋部の長さを有し、生成容器12の中央部に位置して設けられる。

30

【0025】

導波管16には、誘電性部材14に相対する面（対向面）に開放する、複数の穴38、40、42、44、46が設けられている。即ち、これらの穴38、40、42、44、46は、導波管16の誘電性部材14と対向する面に設けられている。図示の例では、各穴38、40、42、44、46が長方形の四辺を有し、導波管16の終端側に位置する穴38の短辺が他の穴40、42、44、46の各短辺より長い。穴38は、他の穴40、42、44、46と比べて大きい穴面積を有し、他の穴40、42、44、46は等しい形状を有する。この例に代えて、穴38、40、42、44、46を長方形以外の多角形、円形、楕円形等の平面形状を有するように形成してもよい。ただし、この場合には、生成容器12内へのマイクロ波の供給効率の点で劣る。穴の形状は、長方形に限らず他の形状例えば円形でもよい。

40

【0026】

図示の例では、導波管16の前記穴38、40、42、44、46の開放面は、導波管16内の電界の波面に垂直でありかつ磁界の波面と平行な面である。穴38、40、42、44、46は、これらの間隔を任意に定めることができるが、好ましくは、マイクロ波の半波長ごとに等間隔で形成される。穴面積調整手段18は、被調整穴を通過して生成容器12内に伝播するマイクロ波の伝播量を調整するための手段であり、この伝播量を調整するために穴の開口面積を調整している。

【0027】

穴面積調整手段18は、穴38の開口面積を調整するためのもので、例えばほぼ矩形の

50

平面形状の板状部 18 A を有する。前記板状部 18 A の面積は、後述するように、穴面積調整手段 18 が適用される穴の穴面積より大きいことが望ましい。前記板状部 18 A は、マイクロ波など電磁波に対して非透過性の部材であり、例えばアルミニウム、銅等の金属材料が最適である。図示の例では、前記板状部は、導波管 16 と同じく、アルミニウム板からなる。

【0028】

穴面積調整手段 18 の前記板状部 18 A は、導波管 16 に往復動可能に取り付けられている。前記板状部 18 A の往復動機構は、例えば前記板状部 18 A の側部に外側に伸びる操作棒 18 B を一体に設け、この操作棒 18 B を往復動操作すればよい。この操作棒 18 B は、図示しないモータに係合させて自動的に遠隔操作することができる。

10

【0029】

穴面積調整手段 18 の設置位置は、プラズマの均一性の悪い部分の例えば穴 38、40、42、44、46 に設置されることが望ましい。この実施例では、穴面積調整手段 18 がマイクロ波発振器 20 から最も遠い位置の穴 38 に設けられている。穴 38 は、他の穴の面積より大きく設けられているが、他の穴 40、42、44、46 と等面積でもよい。穴 38、40、42、44、46 の穴の面積について、この実施形態では、穴 38 の面積のみが大きく形成されている。

【0030】

これは、穴 38 については、終端部に位置し、進行波と反射波が存在するためにマッチングをとることを含めて大きな面積に形成されている。生成容器 12 の内容積が大型液晶表示装置用基板のように大きい場合の穴 38、40、42、44、46 の大きさは、マイクロ波発振器 20 から遠い程、穴面積を大きくすることが望ましい。

20

【0031】

これは、マイクロ波発振器 20 から遠い程マイクロ波の到達量が減少するため各穴 46、44、42、40、38 の開口面積を順次広く調整することにより生成容器 12 内に発生するプラズマ密度を均一化することができる。

【0032】

図示の例では、穴面積調整手段 18 は、最も大きな面積を有する穴 38 に適用され、前記板状部 18 A は穴 38 の長辺および短辺より長い長辺および短辺を有する。

【0033】

穴面積調整手段 18 は、板状部 18 A が穴 38 の短辺と平行に、すなわち図において左右方向に往復動することができるように、案内部材（図示せず）を介して導波管 16 に支持されている。

30

【0034】

穴面積調整手段 18 の板状部 18 A の往動または復動は、図示の例では、前記板状部 18 A に取り付けられ導波管 16 の外部に位置する取っ手を手で保持して行うことができる。手動に代えて、例えばステップモータを用いて穴面積調整手段 18 の板状部 18 A を往動または復動させるようにしてもよい。さらに、前記板状部 18 A の移動量をフィードバック制御すべく、生成容器 12 内から穴 38 を通って戻るマイクロ波の戻り量をモニターして、前記板状部 18 A の移動量を穴 38 の開口の大きさから求めるようにしてもよい。穴の開口面積の調整のため、後述するように、さらに、他の穴 40、42、44、46 の全部または一部に穴面積調整手段 18 を適用し、あるいは、穴 38 に代えて、穴 40、42、44、46 の 1 つに適用することができる。

40

【0035】

マイクロ波発振器 20 は、導波管 16 の他端側の端部に接続され、導波管 16 内に導入され伝送される前記マイクロ波を発生させる。

【0036】

ガス導入装置 22 は、プラズマ生成用ガスを収容するガスボンベ 48 と、生成容器 12 内にガスを導く導管 50 と、導管 50 の途中に取り付けられ、ガスボンベ 48 から生成容器 12 内へのガスの流入および流入量を制御する導入制御装置 52 とを含む。導管 50 は

50

、生成容器 1 2 内の密閉性を保つことができるように生成容器 1 2 の壁部に取り付けられている。

【0037】

ガス排出装置 2 4 は、生成容器 1 2 内のガスの排出およびその量を制御する。

【0038】

試料支持装置 2 6 は、生成容器 1 2 内に、プラズマ処理が施される試料 5 4 を固定、支持する。

【0039】

プラズマ処理装置 1 0 において、穴面積調整手段 1 8 の板状部 1 8 A の往動または復動によって穴 3 8 の一部を覆うことにより穴 3 8 の開口面積の大きさが調整され、穴 3 8 からの電磁波エネルギーの放出量が調整される。

【0040】

その結果、生成容器 1 2 内の穴 3 8 の下方の空間のプラズマ密度が増減され、生成容器 1 2 内のプラズマ密度のばらつきが小さくなる。

【0041】

また、生成容器 1 2 に導入されるガスの元素の種類に合わせて穴 3 8 の開口面積の大きさを調整することにより、穴 3 8 からの電磁波エネルギーの放出量の変動の程度が調整される。

【0042】

プラズマ密度は、イオンや電子のような荷電粒子の密度であり、プラズマの生成量と消滅量とで決まる。プラズマの生成量は、生成容器 1 2 内に供給された電磁波（図示の例ではマイクロ波）の電界強度すなわち電力で決まり、電界強度の均一な電磁波を生成容器 1 2 内に供給すれば均一なプラズマが生成される。一方、プラズマの消滅量は、拡散（プラズマ密度の低い空間への移動）、再結合（プラズマ分解した粒子が再び結合すること）、表面反応（生成容器 1 2 の内壁を含む固体表面での結合反応）等で決まる。したがって、生成容器 1 2 の内壁付近においては、プラズマの生成量は同じだが、プラズマの消滅量、特に表面反応による消滅量が内壁付近でない中央部空間と比べて大きく、結果として、プラズマ密度が低くなる。

【0043】

図示の例では、穴 3 8、4 6 が生成容器 1 2 の内壁に近接していることおよび穴 3 8 がマイクロ波発振器 2 0 から最も遠い位置にあり、マイクロ波伝播量が最小であることから、穴面積調整手段 1 8 によって穴 3 8 の開口面積を大きくすることにより、生成容器 1 2 の内壁近傍でのプラズマの生成量を多くしてその消滅を補償することができ、これにより、生成容器 1 2 の中心付近と内壁近傍とにおけるプラズマ密度の差を小さくすることができる。ここで、生成容器 1 2 の内壁に近接する穴とは、生成容器 1 2 の開口面における中央位置から生成容器 1 2 の 4 つの内壁のいずれかへ偏った位置にある穴を指す。前記中央位置とは、生成容器 1 2 の 4 つの内壁から等距離にある位置を指す。

【0044】

さらに、図示の例では、穴 3 8 が導波管 1 6 の終端側に位置することから、穴面積調整手段 1 8 によって穴 3 8 の開口面積を調整することにより、導波管 1 6 の終端側での電磁波の反射による電磁波の波形の乱れや変動と、これに伴うプラズマ生成量の変動とが抑制され、プラズマ密度が均一化される。

【0045】

図 1 を参照する上記説明において、穴面積調整手段 1 8 は穴 3 8 に適用されるものとして説明したが、これに代えて、穴 4 6 の穴面積を他の穴 3 8、4 2、4 4、4 6 より大きくし、穴 4 6 に穴面積調整手段 1 8 が適用されるようにしてもよい。さらに、穴 3 8、4 6 の穴面積を他の穴 4 2、4 4、4 6 より大きくし、穴 3 8、4 6 のそれぞれに穴面積調整手段 1 8 が適用されるようにしてもよい。

【0046】

また、穴面積調整手段 1 8 は、穴 4 0、4 2 および 4 4 の少なくとも 1 つに、あるいは

、穴38、40、42、44、46のすべてに適用されてもよい。図1の実施形態では、生成容器12の大きさに比較して一本の導波管16の幅が狭いため、その分プラズマ密度の均一性に支障の発生する場合がある。この場合、複数本の導波管を設けて均一化してもよい。次に、この実施形態を説明する。

【0047】

図2を参照するに、他の例のプラズマ処理装置56が示されている。図1と同一部分には、同一符号を付与し、その詳細な説明は、重複するので省略する。図2は、上方から見た平面図である。プラズマ処理装置56は、3つの導波管16、16、16を含む。図2の例では、図1の例に比較して、生成容器12内にマイクロ波を伝播するための導波管及び穴の数が増加し、生成容器12内全般にマイクロ波を伝播するので、生成容器12内に生成されるプラズマの分布がさらに一様になる。 10

【0048】

また、図2に示す例では、穴38の他に穴46の穴面積を他の穴40、42、44より大きくし、穴38、46のそれぞれに穴面積調整手段18が適用されているので、生成されるプラズマの分布、プラズマ密度がより一層一様になる。

【0049】

導波管16の数は、上記の例に限定されない。生成容器12の大きさに応じて、適宜の数（図示の例では3）の導波管16を用いることができる。また、同一大きさの3本の導波管16、16、16の例について説明したが、異なる大きさの導波管を配列してプラズマ密度を均一化させてもよい。 20

【0050】

次に、図3（a）および図3（b）に示す他の例のプラズマ処理装置58は、長方形の平面形状の3つの窓60を有する窓枠62が取り付けられた生成容器64と、窓枠62の3つの窓に、それぞれ、密閉性（気密性）を保つように取り付けられた長方形の四辺を有する3つの誘電性部材66とを含む。なお、窓枠62は生成容器64の一部をなす。

【0051】

3つの誘電性部材66にそれぞれ接する3つの導波管68が配置されている。各導波管68は長方形の横断面形状を有する。

【0052】

各導波管68は、長方形の四辺を有する複数の穴70を有する。各穴70の長辺はこれに近接する誘電性部材66の一辺と平行である。図示の例では、導波管68が長方形の横断面形状を有するので、穴70の開放面が、導波管68内の電界の波面に垂直かつ磁界の波面と平行な面である。これにより、誘電性部材66の周縁の近傍での電磁エネルギーの損失が抑制される。ここで、誘電性部材66に近接する穴とは、誘電性部材66の中央位置からその四辺のいずれかへ偏った位置にある穴を指す。前記中央位置とは、誘電性部材66の四辺すなわち2つの長辺および2つの短辺からそれぞれ等距離にある位置を指す。 30

【0053】

また、生成容器64の内壁に近接する全部の穴70のそれぞれに図1で説明した穴面積調整手段18が適用され、生成容器64の内壁近傍でのプラズマ密度の低下が抑制されている。この結果、生成容器64内に生成されるプラズマのプラズマ密度が均一化される。 40

【0054】

図4（a）および図4（b）を参照するに、他のプラズマ処理装置72が示されている。プラズマ装置72は、互いに平行な3つの長方形の平面形状の開口74を有する窓枠76が取り付けられた生成容器78と、窓枠76の3つの開口74に、それぞれ、密閉性（気密性）を保つように取り付けられた長方形の四辺を有する3つの誘電性部材80とを含む。なお、窓枠76は生成容器78の一部をなす。

【0055】

3つの誘電性部材80にそれぞれ対応する3つの導波管82が配置されている。各導波管82は長方形の横断面形状を有する。

【0056】

各導波管 82 は、長方形の四辺を有する複数の穴 84 A、84 B を有する。各穴 84 A、84 B は誘電性部材 80 の周縁の近傍に位置し、各穴 84 A、84 B の長辺はこれに近接する誘電性部材 80 の一辺と平行である。図示の例では、導波管 82 が長方形の横断面形状を有するので、穴 84 A、84 B の開放面は、導波管 82 内の電界の波面に垂直かつ磁界の波面と平行な面である。

【0057】

これにより、穴 84 A、84 B から放射されるマイクロ波の電界は、窓枠 76 と誘電性部材 80 との境界面に垂直になる。また、誘電性部材 80 の周縁での窓枠 76 によるマイクロ波の吸収の影響が緩和される。上記穴 84 A の大きさは、設計時に、プラズマ密度が均一化される大きさを、図 1 に示す穴面積調整手段により求めることができる。

10

【0058】

図 4 (a) 及び図 4 (b) に示す例では、生成容器 78 の内壁に近接する全部の穴 84 A は、接近しない他の穴 84 B より穴面積が大きく、生成容器 78 の内壁近傍でのプラズマ密度の低下が抑制されている。この結果、生成容器 78 内に生成されるプラズマのプラズマ密度が均一化される。

【0059】

図 5 に示すように、互いに平行な複数の開口 74 を有するプラズマ処理装置 72 に代えて、格子状をなす複数の開口 88 を有する他の例のプラズマ処理装置 86 とすることができる。プラズマ処理装置 86 は、図 4 に示す例と同様、長方形の平面形状の 6 つの開口 88 を有する窓枠 90 が取り付けられた生成容器 92 と、窓枠 90 の 6 つの開口に、それぞれ、密閉性（気密性）を保つように取り付けられた長方形の四辺を有する 6 つの誘電性部材 94 とを含む。なお、窓枠 90 は生成容器 92 の一部をなす。

20

【0060】

図示の例では、各 2 つの開口 88 をこれらの長辺方向へ伸びる誘電性部材 94 に接する導波管 96 が配置されている。各導波管 96 は長方形の横断面形状を有する。

【0061】

各導波管 96 は、長方形の四辺を有する複数の穴 98 を有する。各穴 98 は誘電性部材 94 の周縁の近傍に位置し、各穴 98 の長辺はこれに接する誘電性部材 94 の一辺と平行である。これにより、窓枠 90 によるマイクロ波の吸収の影響を緩和する。

【0062】

穴 84、98 の数は、これらに限定されず、前記生成容器や前記誘電性部材の大きさによって適宜の数とすることができる。上記実施形態では、穴面積調整手段 18 として、一つの穴 38、46、70、98 の開口面積を調整する例について説明したが、多数の小さな穴を形成し、穴単位で閉制操作することによりプラズマ密度を均一に調整してもよい。さらに、穴面積調整手段 18 として、板状部 18 A を往復動させた例について説明したが、往復動には前後動、回転動などがある。

30

【0063】

上記実施形態によれば、穴の少なくとも 1 つについて、該少なくとも 1 つの穴のための穴面積調整手段を含むものとした結果、前記少なくとも 1 つの穴からの電磁波エネルギーの放出量を調整することができる。

40

【0064】

これにより、プラズマ生成容器内の一部の空間のプラズマ密度が増減され、プラズマ生成容器内のプラズマ密度のばらつきが緩和される。また、プラズマ密度の増減の程度を調整することにより、プラズマ生成容器に導入される気体元素の種類に合わせて穴からの電磁波エネルギーの放出量の変動の程度を調整することができる。したがって、本発明においては、特定形状の専用容器の準備を必要としない。

【0065】

前記穴面積調整手段を有する前記穴が他の穴の穴面積より大きい穴面積であるとき、容器の内壁に近接する最も面積の大きい穴は穴面積調整手段によってその穴の開口面積が調整され、プラズマ生成容器の内壁近傍でのプラズマの消滅を補償し、容器の中心付近と内

50

壁近傍とにおけるプラズマ密度の差を小さいものとすることができる。

【0066】

前記穴面積の最も大きい穴が前記導波管の終端側に位置するようにすることにより、導波管の終端側での電磁波の反射による影響をも併せて抑制することができる。

【0067】

前記導波管が、複数の導波管からなるとき、プラズマ密度のばらつきをより一層小さくすることができる。

【0068】

前記穴のうち少なくとも1つが、前記誘電性部材の周縁の近傍に位置するとき、誘電性部材の周縁の近傍でのプラズマの消滅を補償することができる。

10

【0069】

前記導波管が長方形の横断面形状を有し、前記穴が長方形の四辺を有し、また、前記誘電性部材が長方形の四辺を有し、前記穴の長辺がこれに近接する前記誘電性部材の一辺と平行であるとき、誘電性部材の周縁の近傍での電磁エネルギーの損失を抑制し、より多くの電磁エネルギーをプラズマ生成容器内に導くことができる。

【0070】

前記容器の側壁面側の前記穴の穴面積を最も大きい穴面積にし、この穴に前記穴面積調整手段を設けてなるとき、プラズマ密度のばらつきをより一層小さくすることができる。

【0071】

前記穴面積調整手段が、金属からなる板状部を往復動させて前記穴の開口面積を調整するように設けてなるとき、プラズマ密度のばらつきがより一層小さくなるように穴面積を調整することができる。

20

【0072】

他の実施形態によれば、穴の一辺と誘電性部材の一辺とは平行であることから、穴から放射されるマイクロ波の電界を容器と誘電性部材との境界面に対して垂直にし、誘電性部材の周縁での容器によるマイクロ波の吸収の影響を緩和することができる。これにより、プラズマ生成のために十分なマイクロ波を容器内へ導き、容器内に一様な安定したプラズマを生成することができる。

【0073】

このような一様な安定したプラズマの生成により、プラズマ生成容器に導入される気体元素の種類に拘わらずプラズマ状態の変動を抑制することができる。

30

【0074】

前記誘電性部材の互いにより合う二辺の一方の近傍に位置する少なくとも1つの穴と、前記二辺の他方の近傍に位置する少なくとも1つの穴とを含み、前記二辺の一方の近傍に位置する穴の長辺は前記一方と平行であり、前記二辺の他方の近傍に位置する穴の長辺は前記他方と平行であるとき、誘電性部材の周縁でのマイクロ波の吸収の影響をより一層緩和することができる。

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図1】本発明に係るプラズマ処理装置の実施例を概略的に示す図で、(a)は、主要部の平面図、(b)は、一部が断面で示された側面図。

40

【図2】本発明に係るプラズマ処理装置の他の実施例を概略的に示す平面図。

【図3】本発明に係るプラズマ処理装置のさらに他の実施例を概略的に示す図で、(a)は、主要部の断面図、(b)は、主要部の平面図。

【図4】本発明に係る他のプラズマ処理装置の実施例を概略的に示す図で、(a)は、主要部の断面図、(b)は、主要部の平面図。

【図5】本発明に係る他のプラズマ処理装置の他の実施例を概略的に示す平面図。

【符号の説明】

【0076】

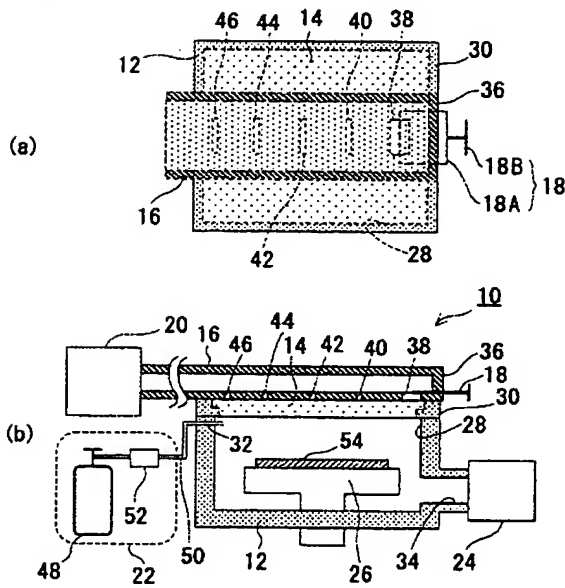
10、56、58、72、86 プラズマ処理装置

50

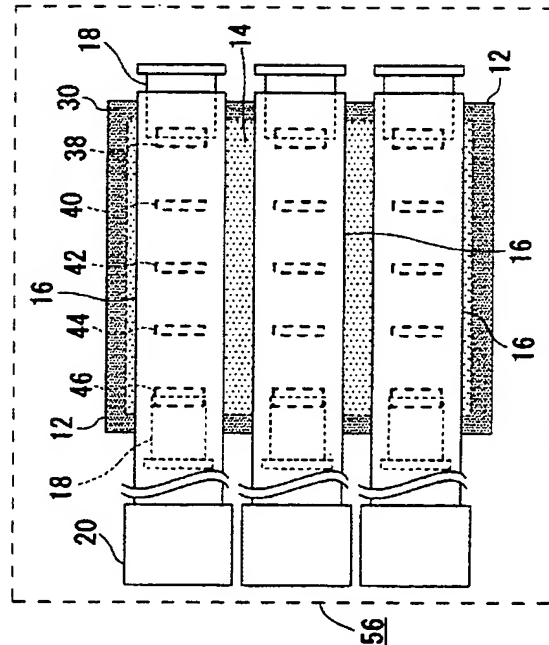
- 12、64、78、92 生成容器
- 14、66、80、94 誘電性部材
- 16、68、82、96 導波管
- 18 穴面積調整手段
- 20 マイクロ波発振器
- 22 ガス導入装置
- 24 ガス排出装置
- 26 試料支持装置
- 28、74、88 開口
- 30、62、76、90 窓枠
- 32 ガス導入用の開口
- 34 ガス排出用の開口
- 38、40、42、44、46、70、84、98 穴
- 48 ガスボンベ
- 50 導管
- 52 導入制御装置
- 54 試料
- 60 窓

10

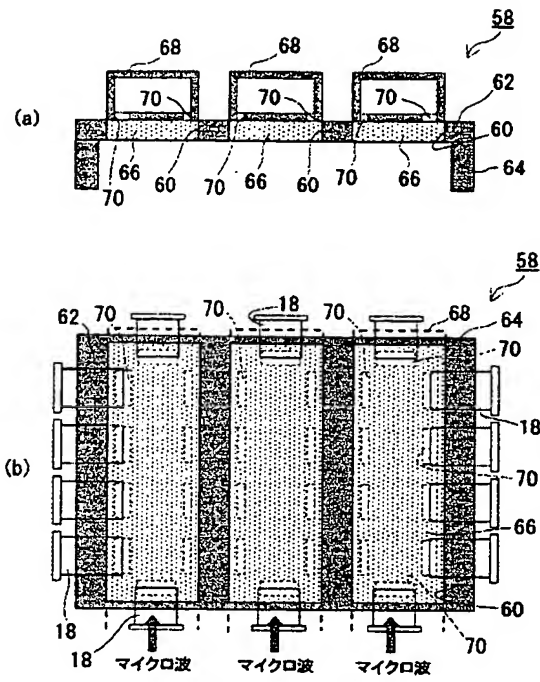
【図1】



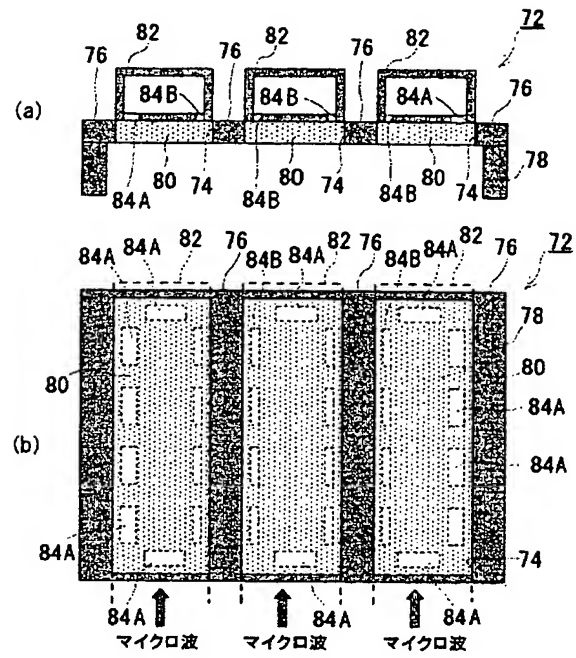
【図2】



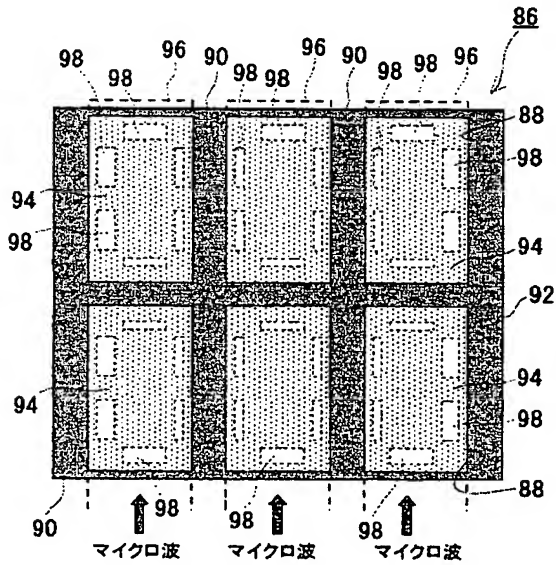
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

H 0 5 H 1/46

H 0 5 H 1/46

B

(72)発明者 東 和文

神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社液晶先端技術開発センター内

(72)発明者 岡本 哲也

神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社液晶先端技術開発センター内

F ターム (参考) 4K030 FA01 KA30 LA15

4K057 DA16 DD01 DE01 DE06 DM02 DM06 DM29 DN01

5F004 AA01 BA16 BA20 BD01 BD03 BD04 CA09

5F045 AA08 BB01 EH03 EH19

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.